農業氣象、空氣污染與酸雨對農業生產影響及因應措施
研討會論文專輯　169-180, 1996

澎湖地區鹽風之農業災害調查
(I)防風體對鹽份及微氣候之影響

蔡　金　池
臺灣省高雄區農業改良場澎湖分場

內　　容

摘要……………………………………………………………………………170
英文摘要………………………………………………………………………170
前言……………………………………………………………………………171
材料與方法……………………………………………………………………171
結果與討論……………………………………………………………………172
誌謝……………………………………………………………………………175
引用文獻………………………………………………………………………180

澎湖地區鹽風之農業災害調查 (I)防風體對鹽份及微氣候之影響

蔡 金 池

臺灣省高雄區農業改良場澎湖分場

摘 要

本文主要探討澎湖地區現有的多層防風林及六種不同材質種類之單層防風體，在東北季風時期對鹽風之防護效果，並了解背風面之風速與鹽份之分布情行，及對甘藷生育之影響。試驗於1995年12月及1996年2月在澎湖馬公及湖西地區之試驗田進行，結果顯示檉柳及蘆竹等多層防風體之防鹽、防風效果優於單層防風體，單層防風體中減低50%之有效防風距離以蘆竹之9m為最遠，其次為茅網及木麻黃之7.5m，硓砧石牆之3m為最短，降低背風面50%鹽份含量之有效距離，以蘆竹及狼尾草之6m為最長，其次為茅網及防風網的4.5m，最差為硓砧石牆。背風面甘藷之生長與風速及鹽份含量成負相關，與溫度及濕度成正相關。

關鍵詞：季節風 防風林 甘藷

Investigation of Agricultural Injury due to Salty Wind in Penghu area. (I)Influence of Windbreaks on Saltiness and Weather

Chin-chih Tsai (Penghu Branch Station of Kaohsing Distridct Agricultural Improvement Station, Pingtung, Taiwan, ROC)

Abstract： The purpose of this paper is to study the effects of multiple row tree windbreaks and single row windbreaks made of 6 tree varieties on the effectiveness of protection from salt air during the northeast tradewinds, and understand the leeward windspeed and saltiness as well as their influence on sweet potato production. Experiments were conducted in research fields of Makung and Huhsi from December 1995 to Feburary 1996. Results revealed that tamarix and bamboo-reeds windbreak with multiple row tree windbreaks provide better protection from wind and salt than single row windbreads. To reduce windspeed by 50% among single row windbreaks,bambooreeds windbreak provides greatest protection (9m), followed by reeds-web and casuarina (7.5m), and least effectiveness is the coralwall (3m). To reduce leeward saltiness by 50% among single row windbreaks, bamboo-reeds windbreak and napiergrass provide greatest protection (6m), followed by web windbreak and reeds-web windbreak (4.5m) and least effectiveness is the coral-wall. Leeward sweet potato production has a negative correlation with windspeed and saltiness, but

a possitive correlation with temperature and humidity.

Key words: Tradewinds, Windbreak, Sweet potato.

前 言

澎湖群島由於受地理位置及地形的影響，冬季通過的氣流，不論方向和速度均流暢，年平均風速達6.2m/s，冬季季風最高風速達 27m/s，全年暴風（風速達10m/s）日數達130天，强勁北風又將海浪鹽沫吹向陸地，阻礙植物生長，强風吹襲植株造成枝葉斷裂、葉片破損，不僅影響作物生理上之運作（Martin 1935），更有助於病原菌的侵入（Agnios 1978），使作物生長、產量與品質受到直接及間接的損失。空氣中過多的含鹽量，滲入植株組織內，形成鈉離子為害（謝 1988），造成葉緣壞疽，植株枯萎，對農作物及防風林同樣造成危害（甘 1964, 孫岩章 1995），防風設施可減低風速及空中鹽沫含量，達到保護作物之目的，如在澎湖地區所得到的試驗數據顯示，防風網之有效防風距離為網高的17倍，有效防鹽距離為網高的13倍，透風率6.46%的防風牆之有效防風距離為牆高6.5倍，有效防鹽距離為牆高的5 倍,海岸防風林的有效防風距離為林高的14倍，有效防鹽距離為林高的 7倍，防風措施除了直接減低風速對植物的直接傷害外，更可提高背風面溫度（Budyko and pogosian 1959, 林 1994），間接提高水溫、葉面溫度（泊功等 1980）及土壤溫度（Van Eimern et al. 1964），在小麥、玉米（Bate 1911）及水稻（泊功等 1980, 內島等 1977, 林等 1994）之防風試驗報告，對促進作物生長具有正面功效，且其防風、防鹽效果皆與防風牆之距離成反比（江 1988）。澎湖因受東北季風之限制，全年有7-8月無法種植作物，不僅無法充份利用土地，且影響農家生計，本試驗採用甘藷植物作指標植物，針對不同防風樹種及防風牆進行防風、防鹽效果評估，作為延長作物種植時期，及減低季風期的作物生育損失之防護措施探討。

材料與方法

本試驗於民國84年12月及85年 2月，在澎湖馬公及湖西地區進行，以澎湖本地種紅心尾甘藷作為災害損失之指標植物，測試之防風林之種類、位置與狀況如下：

1. 木麻黃與檉柳防風林：位於澎湖馬公市安宅里高雄場澎湖分場內，木麻黃超過十年生，種植長度為45m，樹高3.6m，株距2.1m，林帶寬度為3.5m。檉柳為三年生，長度為40m，樹高2.7m，株距1m，林帶寬度4. 5m，林間距7.5m。
2. 防風網與茅網防風體：防風網防風牆由50%透風率防風網架成，兩端及每隔1m以鐵管固定。茅網防風牆則由茅草及防風網編織而成，兩者之長度皆為30m，高度為1.5m，於場內人工架設。
3. 蘆竹防風林：多重蘆竹防風牆位於成功水庫南面，水庫引水道東面，種植範圍約1公里之耕作田，林間距為10m，林高 3 m、林長50m、林帶寬度0.7m，株距15-20cm，林間交錯生長，單層蘆竹防風牆位水庫引水道西面，林相與多重蘆竹防風林同。
4. 狼尾草防風體：位湖西鄉，株高1.8m，種植長度50m，種植寬度1m。
5. 硓砧石防風牆：由海底珊瑚礁所堆砌而成，為澎湖傳統的冬季防風材質，堆砌長度50m，高度1.5m，寬度30 cm。

各防風設施皆與東北季風風向垂直，測定時於設施背面每隔1.5m 的距離為一測試點，分別於測定點30cm 高度進行風速、鹽風含量、溫度及濕度之測定，並以附近無遮蔽之空曠區之相同距離及高度之測定點作為對照點。測定風速時，使用TOKYO CAT. NO.24手持式風速計、每次測定時間

爲30 秒，每一測定點連續進行 10次測試。鹽份測定則選用 30x30cm之紗布袋，套在相同大小之鐵架上，於測定點迎風面展開，靜置風中30分鐘，取回室內以1公升蒸餾水浸置1小時，再以超音波振盪器（BRANSON-3200）振盪10 分鐘，用Suntex-17A導電計測其讀值。相對風速百分比：（測定點之風速平均值/對照點之平均值）X100%。相對鹽份百分比：（測定點之鹽份讀值/ 對照點之鹽份讀值）X100%。

結果與討論

由圖 1得之，澎湖地區1995年10月至1996年2月間之瞬間、最大風速皆發生在12月，風中含鹽量也以12月爲最高，各防風體於1995年12月及1996 年2月之調查結果顯示如下：

一、多層防風林：

樫柳及蘆竹等多層防風林，在1995年12月及1996年 2月調查結果顯示，樫柳及蘆竹二處多層防風林之相對透風率（圖2 ）比單層防風林之透風率爲低（圖3），兩處防風林之背風面 9m的水平距離內，相對透風率都不超過 25%，尤以蘆竹背風面6m距離內之相對透風率爲零，較樫柳爲優。減少鹽份含量之能力則以樫柳優於蘆竹，可能與蘆竹之樹型較直立，其枝葉末梢易爲鹽沫所附著凝聚而滴落，樫柳叢狀枝的生長樹型，其茂密的針葉對鹽份較具有減阻力，兩者在鹽風防護上各具優點。但蘆竹林道寬度較小，所需土地面積較少。不論蘆竹或樫柳，多層防風林之防鹽及防風效果皆比單排防風林來的好，可能與其林寬未超過40排植林寬度，而具有較佳的防風效果

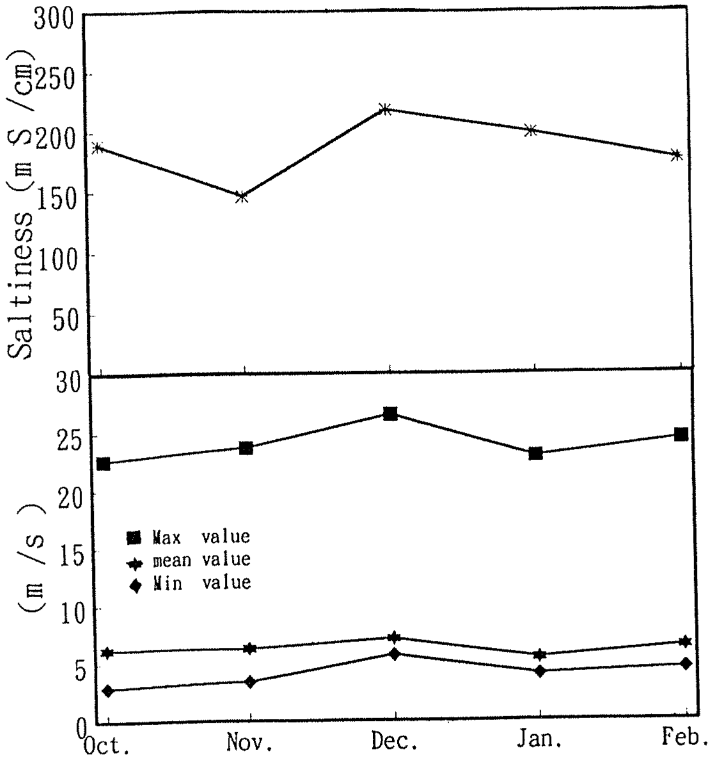

Fig 1. Windspeed and saltiness distribution at Penghu district from 1995 to 1996.

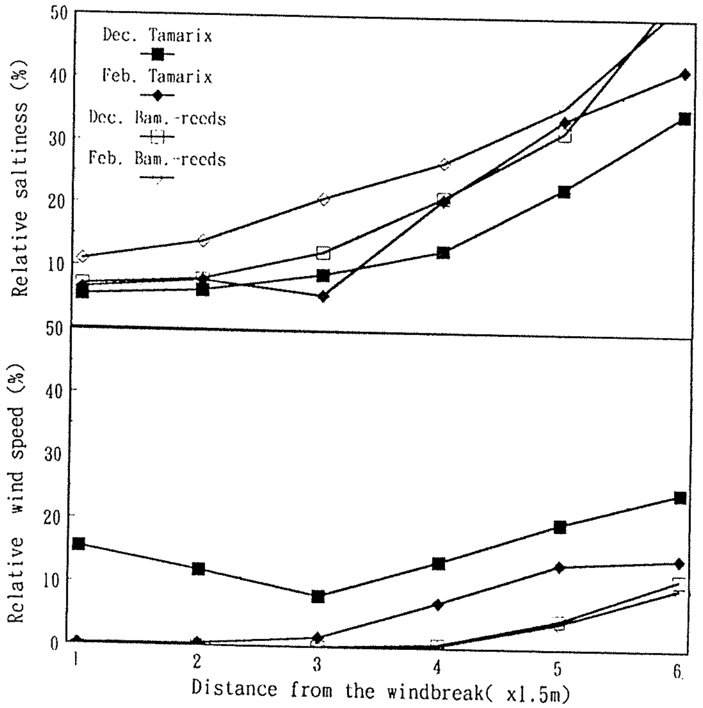

Fig 2. Relative saltiness and relative wind speed with horizontal distribution from the windbreak.

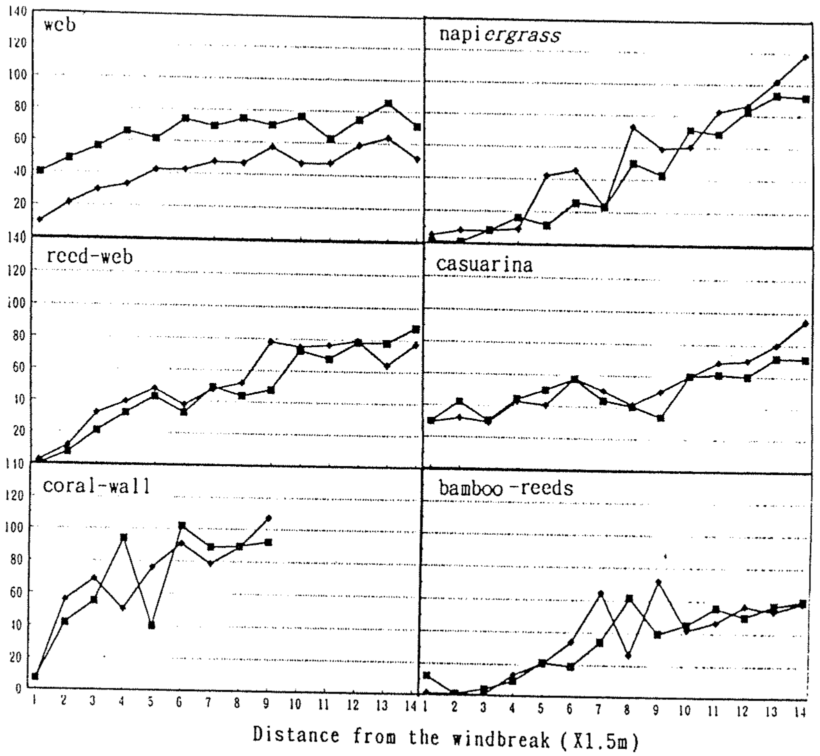

Fig 3. Relative wind speed changes with distances from the varied windbreak.

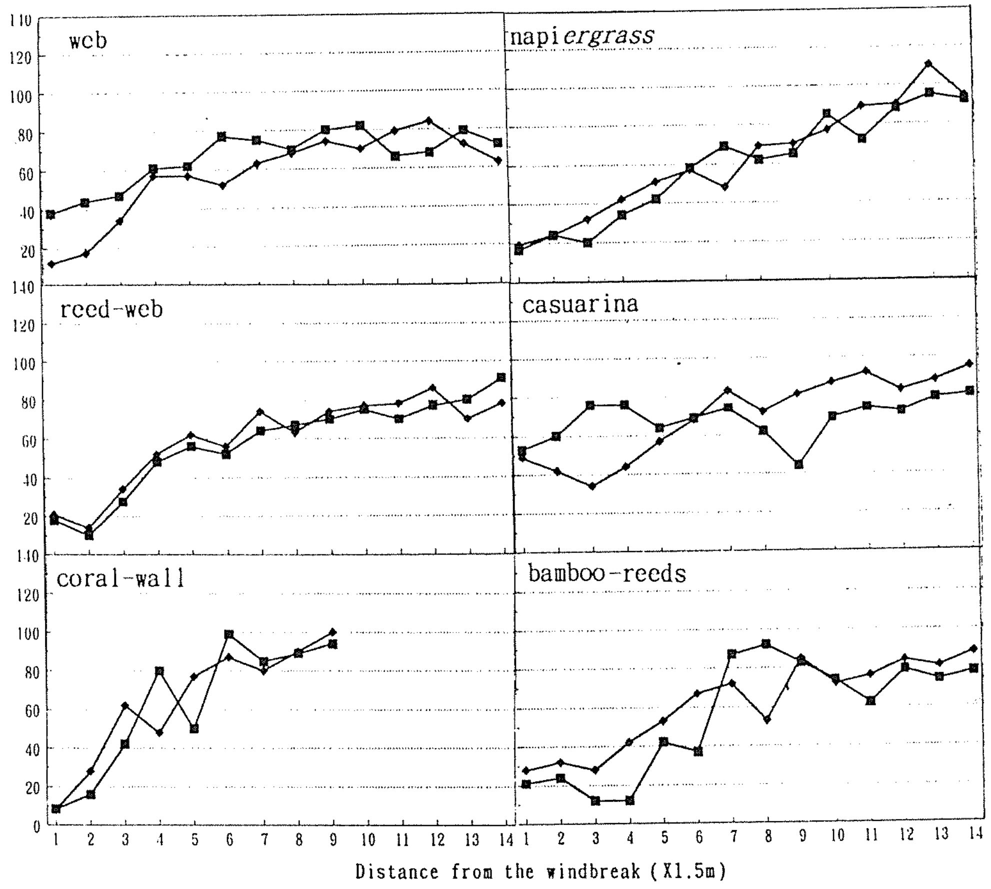

Fig 4. Relative salting changes with distances from the varied windbreak.

有關（游 1982）。

二、單層防風林

1. 50% 防風網：此構造物之通氣性良好，當氣流進行遇到防風網阻擋時，有一部份氣流上升，越過防風網後，氣流方下降，另一部份氣流則通過透風孔隙，與上升之氣流會合，背風面之風速隨著水平距離之增加而緩慢上升（圖3）。防風網之平均透風率在40～80之間，鹽份降低百分率也在20～60之間，其背風面之防護距離各為6m及4.5m。且背風面甘藷存活率、單株鮮莖重皆與風速及鹽份呈負相關（表4），在1995年12月調查時，對甘藷有效防護範圍與風速相同，其範圍內甘藷地上部鮮莖重較背風面6～10.5m者，增加150%，較背風面15m者增加 350%，防風背面每隔1.5m之距離，其存活率與單株鮮重在統計分析上即呈顯著性差異。而在1996年2月調查時，對甘藷有效防護範圍與鹽風之有效防護距離相同，其甘藷地上鮮莖重較背風面6～10.5m者增加256%，超出背風面12m則失去防護作用。

2. 茅網防風體：於 50%防風網之受風面增加一層茅草，提高該防風體對風速的阻減力，其背風面12m之水平距離內，較50%防風網之同等距離之相對透風率降低很多，但也造成渦旋風的形成（圖3）。甘藷存活率皆與防風體背風面距離成反比，且各測定點間皆成顯著性差異（表1），甘藷單株鮮重第一次調查時，背風面4.5m距離內，較6～7.5m處增加135%，第二次調查時則增加500%，並比同距離之防風網增加9.5%（表3）。

3. 硓砧石防風牆：由（圖3）可看出背風面1.5m內的之相對風速在10%以下，在背風面6m 時，相對風速即上升達98%，此一特性與咾咕石防風牆之透風率偏低，其背面風速回復較快（江 1988）有關。透風率低的構造物，也易形成渦旋風，當風速較低時，其渦旋風於背風面6m處出現，而在風速較高時，其渦旋風於背風面4.5m處出現，渦旋風出現在背風面之距離與風速成反比，當風速愈大，其防風範圍有縮短的趨勢。此種風速形態强烈反應在甘藷生育之防護效果上，甘藷第一次調查時，背風面10.5m之內的甘藷皆存活，而第二次再進行調查時，僅背風面3m以內之甘藷存活（表1）。在有效防護距離內，單株健葉數僅次高木麻黃防風林。由表4得知，咾咕石防風牆背風面之甘藷生育完全受風速及鹽份所控制，與溫、濕度較無明顯關係。

4. 狼尾草防風林：狼尾草為草本植物，莖葉柔軟，當氣流通過時，易由莖葉末梢緩緩上升，其降低50%風速之水平距離可達11m，風速高時也有6m ，降低 50%鹽份含量之水平距離則在6-7m 之間。但當氣流較為强大時，狼尾草易倒伏，形成風口，不僅失去防風效果，反而加遽植株大面積死亡，其存活率僅高於咾咕石（表1），與溫度成極顯著之正相關（r=1 p=0.0001）（表2），但由於植株間的空間遞補效應，使甘藷單株生長勢較旺盛，在有效防護距離內，單株健葉數僅次於蘆竹防風牆，單株鮮重平均為191公克（表2），為所有單層防風林之首（表3）。

5.木麻黃防風林：木麻黃為多年生針葉植物，枝下高在離地面1.0m以上，1.0m以下之主莖雖有側枝生長，但針葉過於疏鬆，透風率分佈在40～70 之間，相對鹽份含量則在50～80之間，高透風率使渦旋風免於背風面出現，但對甘藷之防護僅於避免植株死亡（表1），對植株莖葉不具有保護效果，其葉片數及單株鮮重皆為最低，與保溫效果不高有關（眞木 1979）。

6.蘆竹防風林：蘆竹高大植體雖可防護較長之距離，但依風速之不同，在防風體背風面 10～13.5m間之距離，一樣形成渦旋風，渦旋風與防風牆之間，對甘藷之防護效果較其它防風林為佳，單株葉片數及鮮重皆為單層防風林之首（表2,3），但防風林東北側及西北側各形成風口，影響植株存活，因此；有種植側翼防風林之必要。

綜合以上之結果，得到下列結論：

一、防風林之防護效果比較

1. 多層防風林之防風、防鹽效果，優於單層防風林。
2. 單層防風體中，減低50%風速之防護距離，以蘆竹之9m為最遠，其次為防風網及木麻黃之7.5m，狼尾草為6m，茅網防風體為 4.5m，最低為咾咕石 3m。50%鹽份含量防護距離以蘆竹、狼尾草、木麻黃之6m為最遠，防風網4.5m次之，咾咕石3m最短。

二、防風林防護距離為可動性，隨著風速而改變，風速高時，其防護距離短，反之則長。

三、防風林之透風率是影響背風面渦旋風形成之主因，透風率高之防風林如防風網、木麻黃較不易形成，透風率低之咾咕石則易形成。

四、通透性良好之防風林利於植株存活，但不利於植株生長。甘藷存活、葉片數和單株鮮重皆與鹽份含量及風速成負相關，與溫度及濕度成正相關。

誌　　謝

本試驗研究承蒙行政院農業委員會經會補助，又承國立屏東技術學院徐敎授森雄博士指導與斧正，特此致謝。

Table 1. Effects on survival of sweet potato in December 1995 and February 1996

Year month	Distance from wind-break (X 1.5m)	Windbreak 50% web	Reeds -web	Coral -wall	Napier -grass	Casuar -ina	Bamboo -reeds
1995 Dec.	1X	93de	100a	95a	93a	94b	100a
	2X	100a	98b	69b	83b	95a	100a
	3X	97ab	97bc	51c	81b	95a	100a
	4X	96bc	96c	30d	74c	87c	100a
	5X	96bc	96c	30d	62d	88c	100a
	6X	96bc	94d	30d	52e	83d	87cd
	7X	94bcd	90e	0e	36f	79e	87cd
	8X	93cde	88f	0e	28g	87c	92b
	9X	93cde	84h	0e	26g	88c	89c
	10X	90ef	86g	0e	22h	80e	88c
	11X	90ef	86g	-	19h	78f	86cd
	12X	88fg	88f	-	15i	75g	84de
	13X	87gh	91e	-	13i	20i	82ef
	14X	84h	84h	-	12i	4h	80f
1996 Feb.	1X	91c	100a	91a	89a	93b	100a
	2X	100a	98b	32b	83b	96a	100a
	3X	98a	97c	0c	78c	93b	100a
	4X	94b	95d	0c	73d	87c	98a
	5X	94b	95d	0c	59e	83d	77b
	6X	90c	82e	0c	51f	82d	70c
	7X	89cd	92e	0c	24g	81d	65d
	8X	89cd	80f	0c	12h	80d	54e
	9X	88cd	80f	0c	12h	83d	50f
	10X	88cd	76g	0c	8i	80d	47fg
	11X	87de	77g	-	5j	67e	50f
	12X	84ef	76g	-	3j	62f	45g
	13X	84ef	67g	-	1k	7g	38h
	14X	82f	64i	-	0k	0g	28i

The same litters in a clumn mean insignificant difference at 0.05 level by LSD.

Table 2. Effects on number of leaf of sweet potato in December 1995 and February 1996

Year month	Distance from wind-break (X 1.5m)	Windbreak 50% web	Reeds -web	Coral -wall	Napier -grass	Casuar -ina	Bamboo -reeds
1995 Dec.	1X	49c	53a	50b	128d	24d	127a
	2X	51b	53a	49c	127d	39c	125a
	3X	52a	52a	52a	136c	55b	126a
	4X	51b	33b	52a	142b	68a	121b
	5X	40d	28b	52a	155a	26d	98c
	6X	34e	24b	52a	107e	17f	54g
	7X	30f	28b	0d	89f	19ef	66f
	8X	26g	27b	0d	62g	21e	76e
	9X	22i	28b	0d	49h	19e	83d
	10X	23h	25b	0d	28i	19ef	66f
	11X	20j	13c	-	25ij	14g	32h
	12X	21i	13c	-	24j	10h	24i
	13X	23h	12c	-	17k	8h	15j
	14X	23h	11c	-	14l	8h	14j
1996 Feb.	1X	56b	65a	52a	111d	31b	154a
	2X	64a	64a	49b	125b	34ab	152b
	3X	57b	60a	0c	140a	34a	146c
	4X	34c	27b	0c	127b	26c	142d
	5X	27d	26b	0c	119c	23cde	56f
	6X	25d	26b	0c	89e	21e	64e
	7X	26d	20bc	0c	73f	23de	56f
	8X	21e	15cd	0c	68g	25cd	46g
	9X	22e	15cd	0c	64h	21e	43h
	10X	17f	12d	0c	47i	22de	41i
	11X	18f	11d	-	46i	17f	32j
	12X	16g	12d	-	40j	15f	23k
	13X	17fg	10d	-	16k	5g	19l
	14X	7h	8d	-	0l	0h	15m

The same litters in a clumn mean insignificant difference at 0.05 level by LSD.

Table 3. Effects on fresh weight of sweet potato in December 1995 and February 1996

Year month	distance from wind-break (X 1.5m)	Windbreak 50% web	Reeds -web	Coral -wall	Napier -grass	Casuar -ina	Bamboo -reeds
1995 Dec.	1X	89c	101b	98a	128d	64c	94b
	2X	94a	109a	79c	133c	73b	94b
	3X	92b	100c	85b	115e	80a	94a
	4X	84d	47d	59d	153a	49d	90c
	5X	34f	42e	43e	139b	33e	77d
	6X	34g	25g	41f	69f	16gh	37i
	7X	33g	26f	0g	53g	17fgh	43h
	8X	37e	25g	0g	42h	18f	52f
	9X	30i	23h	0g	30i	18fg	57e
	10X	31h	22i	0g	28j	17fgh	48g
	11X	27j	23h	-	27j	15h	34j
	12X	21k	19k	-	28j	16fgh	32k
	13X	20l	21j	-	22k	12i	26l
	14X	15m	12l	-	23k	12i	24m
1996 Feb.	1X	128b	145a	159a	172e	9d	182a
	2X	129a	140b	130b	196c	11b	182a
	3X	112c	130c	0c	274b	12a	176b
	4X	44d	23d	0c	278a	13a	170c
	5X	34e	23d	0c	181d	11c	60d
	6X	32f	21d	0c	131f	8e	49e
	7X	28g	23d	0c	110g	9e	38f
	8X	18h	22d	0c	94h	8f	28g
	9X	17i	21d	0c	86i	7g	26h
	10X	17i	22d	0c	54j	6h	24i
	11X	17i	20d	-	37k	4i	22j
	12X	16j	15e	-	33l	2j	17k
	13X	13k	15e	-	9m	1k	12l
	14X	11l	9f	-	0n	1k	8m

The same litters in a clumn mean insignificant difference at 0.05 level by LSD.

Table 4. The correlation coefficients between agronomic characteristics and climatic factors in December 1995 and February 1996.

imatic	Year Month	Windbreak	Agronomic characteristics: Plant sur-vival	Length of node (cm)	Length of leaf (cm)	Width of leaf (cm)	Length of stem (cm)	Number of leaf (Piece)	Fresh weight (g / plant)	Number of branch
Mean of Speed	1995 Dec.	WW	-0.782***	-0.864***	-0.829***	-0.821***	-0.895***	-0.824***	-0.777**	-0.835***
		R W	-0.915***	-0.972***	-0.938***	-0.963***	-0.955***	-0.901***	-0.824***	ns
		L K	-0.961***	-0.738*	-0.839**	-0.852**	-0.929***	ns	-0.862**	-0.804*
		N W	-0.946***	-0.694*	-0.869***	-0.832***	-0.702*	-0.707**	-0.810**	-0.756**
		C W	-0.729**	-0.917***	-0.904***	-0.913***	-0.918***	-0.707**	-0.793***	-0.936***
		B. W.	-0.801**	-0.821**	-0.829**	-0.767*	-0.838**	-0.792*	-0.819**	-0.818**
	1996 Feb.	WW	-0.904***	-0.776**	-0.791***	-0.774**	-0.847***	-0.767**	-0.835***	-0.741**
		R W	-0.917***	-0.845***	-0.919***	-0.918***	-0.807***	-0.864***	-0.833***	0.742**
		L K	-0.862**	-0.762*	-0.715*	-0.715*	-0.733*	-0.719*	-0.757*	-0.758*
		N W	-0.913***	-0.844***	-0.830***	-0.824***	-0.868***	-0.809**	-0.761**	-0.769**
		C W	-0.904***	-0.937***	-0.649**	-0.633*	-0.839***	-0.837***	-0.907***	-0.849***
		B. W.	-0.906***	-0.919***	-0.809***	-0.781***	-0.782***	-0.831***	-0.821***	-0.928***
Salt	1995 Dec.	WW	ns	-0.75**	-0.845***	0.861***	-0.626*	-0.814***	-0.854***	-0.582*
		R W	-0.874***	-0.929***	-0.953***	-0.936***	-0.964***	-0.94***	-0.951***	ns
		L K	-0.896**	-0.684*	-0.818**	-0.827**	-0.849**	ns	-0.827**	-0.688*
		N W	-0.971***	-0.867***	-0.902***	-0.937***	-0.884***	-0.906***	-0.901***	-0.879***
		C W	-0.557*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
		B. W.	-0.779**	ns	-0.717**	-0.734**	-0.772**	-0.714**	-0.784***	-0.705**
	1996 Feb.	WW	-0.715**	-0.905***	-0.929***	-0.908***	-0.936***	-0.911***	-0.947***	-0.841***
		R W	-0.814***	-0.941***	-0.964***	-0.964***	-0.889***	-0.959***	-0.915***	0.629*
		L K	-0.828**	-0.867**	-0.857**	-0.857**	-0.861**	-0.858**	-0.866**	-0.866**
		N W	-0.924***	-0.937***	-0.917***	-0.916***	-0.889***	-0.913***	-0.866***	-0.876***
		C W	-0.642*	-0.921***	-0.732**	-0.736**	-0.777**	-0.818***	-0.886***	-0.957***
		B. W.	-0.933***	-0.922***	-0.868***	-0.848***	-0.916***	-0.929***	-0.923***	-0.917***
Mean of temper -ature	1995 Dec.	WW	0.648*	0.847***	0.949***	0.939***	0.849***	0.921***	0.928***	0.760***
		R W	0.539*	0.557*	0.628*	0.592*	0.623*	0.678**	0.754**	ns
		L K	ns	0.912**	0.813*	0.791*	0.746*	0.932***	0.789*	0.882*
		N W	0.894***	0.721**	0.849***	0.809**	0.625*	0.674*	0.761**	0.660*
		C W	1.00 ***	0.898***	0.896***	0.919***	0.938***	0.681**	0.663***	0.961***
		B. W.	0.692**	ns	0.619*	0.622*	0.662**	0..568*	0.573*	0.619*
	1996 Feb.	WW	0.607*	0.776***	0.791***	0.774***	0.847***	0.767**	0.839***	0.741**
		R W	0.655*	0.839**	0.906***	0.907***	0.822***	0.857***	0.839***	ns
		L K	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
		N W	1***	0.781**	0.757**	0.776**	0.760**	0.717**	0.637*	0.627*
		C W	0.684**	0.883***	0.591*	0.585*	0.797***	0.789***	0.660***	0.818***
		B. W.	0.693**	0.736**	0.593*	0.592*	ns	ns	ns	ns
Mean of relatively	1995 Dec.	WW	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
		R W	0.687*	0.602**	0.575***	0.649***	0.642***	ns	0.540***	ns
		L K	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
		N W	0.685*	0.598*	0.652*	0.662*	0.631*	0.693*	0.693*	0.579*
		C W	ns	0.832***	0.813***	0.800***	0.833***	0.585*	0.585*	0.739**
		B. W.	0.716**	ns	0.696**	0.719**	0.771**	0.706**	0.777**	0.632*
	1996 Feb.	WW	0.566*	ns	0.611*	0.572*	0.581*	0.579*	0.559*	0.554*
		R W	0.694*	0.510*	ns	ns	ns	ns	0.534*	ns
		L K	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
		N W	0.653	0.669*	0.639*	0.648*	0.667*	0.645*	0.606*	0.633*
		C W	0.776**	0.858***	0.844***	0.824***	0.845***	0.839***	0.868***	0.769***
		B. W.	0.574*	ns	0.573*	ns	0.545*	ns	0.585*	0.712**

1. * ： p<0.05 ； ** ： p<0.01 ； *** ： p<0.0001. 2. ns ： No significant for phenotypic correlations.
3. W.W. ： 50% Web windbreak. R.W. ： Reebs-web windbreak. l.k. ： the coral-wall. N.W. ： napiergrass windbreak. C.W. ： Casuarina windbreak. B.W. ： Bamboo-reeds windbreak.

引用文獻

甘偉航 1964 海岸區域木麻黃類之造林及風害之調查研究(結束報告) 台灣省林業試驗所報告第99號.

江永哲、黃隆明 1988 澎湖海岸防風構造物之探討 (II)防風網、海岸防風林與防風牆之防風防鹽功效比較試驗 農林學報 37(2):21-44.

林孟輝、陳素娥、張學琨、林文龍 1994 東北季風對水稻生育之影響及防風林之防護效果 中華農業氣象 1(3):107-114.

孫岩章 1995 臺灣地區空氣污染對植物之影響 植物保護學會會刊 37(2):14 1-158.

游繁結 1982 海岸林帶厚度對林後減風功效之風洞試驗 農林學報 31(1): 99-127.

謝慶芳 1988 指標作物監測空氣污染試驗 臺中區農業改良場特刊第11號. 內島立郎、小高眞一、藤田實 1977 冷害率における防風林帶の水稻生育への効果－昭和51年長沼町の一例 北海道農試研報 44(6):35-40.

泊功、石黑忠之、藤原忠 1980 防風設施による冷害氣象改善に關する研究北海道農試研報 127:31-76.

眞木太一 1979 防風網に關する研究 (1)防風網による水田の昇溫効果 農業氣象 34 (4):165-176.

Bates, C. G. 1911. Windbreaks: Their influence and value. U.S. Department of Agricultue, Forest Service Bulletin 86. Goverment Printing Office, Washington.

Budyko, M. I. and K. P. Pogosian. 1959. Modification of climate in the surface layer of the atmosphere with the amelioration of drought areas. Weekly Weather and Crop Bull. 46(48):7-8.

Martin, E. V. and F. E. Clements. 1935. Studies of the effect of artificial wind on growth and transpiration in Halianthus annuus. Plant Physiol. 10:613-636.

Van Eimern J., R. Karschon, L. A. Razumora. and G. W. Roberton. 1964 Windbreak and Shelterelt.WMO Tech. Note. No.59. WMO No.147 TP.70. 188pp.